

## II-503 嫌気性包括生物法の処理効率 に対する有機物負荷の影響

明星大学理工学部 学員 ○中山 久克  
明星大学理工学部 正員 田中 修三

### 1. はじめに

廃水処理における包括生物法の第一の利点として阻害物質や悪条件に対する耐性が高いことがあげられるが、基本的にはまず有機物の除去が十分達成されなければならない。そこで、本研究では嫌気性包括法において有機物負荷が処理効率に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、汙床による生物膜法と比較しながら、実験的検討を行った。なお、包括法ではPVAとACR(アクリルアミド)で固定化したゲルを充填した完全混合型処理系、さらに汙床を前段に組み込んだ二段処理系について検討した。

### 2. 実験方法

PVAおよびACRによる固定化操作は、文献<sup>1)</sup>の手順に従い、PVAは直径3mmの球状ゲル、ACRは直径3mm・長さ3mmの円柱状ゲルに成型した。いずれの包括ゲルも初期汚泥量1%(gTS/gゲル)に調整した。図1に示したように、包括法は容量1,150mlの完全混合型反応槽、汙床は容量1,100mlの上向流カラムを用い、包括法ではPVAあるいはACRのゲル200mlを、汙床は円筒状プラスチック汙床(F社製エフメデアBR-10)180mlをそれぞれ充填した。二段処理では前段の450mlの汙床と後段の900mlの包括槽の組合せとなっている。供試廃水は、脱脂乳および $\text{Na}_2\text{CO}_3$ を水道水に溶かしたもので表1に示すような糖・蛋白質を主成分とするCOD600mg/lの人工廃水である。汙床に包括法の初期汚泥量(約2,000mgTS/l)と等量の種汚泥を植種し、いずれの系も消化温度37°Cで、HRTを変化させることによりCOD容積負荷を0.2, 0.3, 0.6, 1.2, 2.4に設定した。なお、分析項目のうち、炭水化物はフェノール硫酸法、蛋白質はTCAで沈殿後Lowryらの法、PVAの溶出はヨウ素呈色法に従い、その他の項目は下水試験方法に準じた。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 各系の処理結果

各系の処理結果は表2に示したように、包括法ではPVA系がACR系より全体的に水質が良いが、両系ともに負荷の増大とともに約80%から30%までCOD除去率が低下している。一方、汙床は負荷1.2までは90%以上の除去率を示し、メタンの生成も多かった。また、包括法の透視度はいずれの負荷でも約10cm程度と低いのに対し、汙床は負

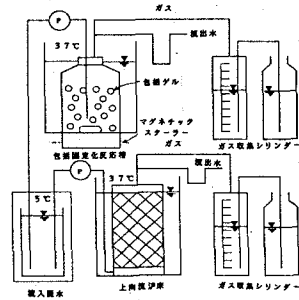


図1. 連続実験装置

表1. 供試废水の組成と水質

炭水化物(乳糖)	290
蛋白質(アルブミン)	185
(mg/l)	
脂肪	6
灰分	4.3
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1.0
COD (mg/l)	600
TOC (mg/l)	2.25
pH	8.4
透視度 (cm)	1.2

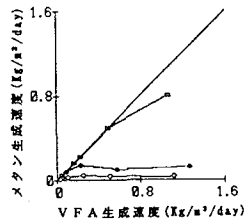
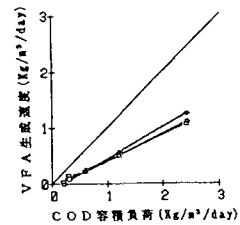
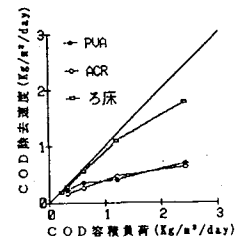


図2. 負荷に対するCOD除去およびVFA・メタン生成速度

荷0.2で50cm以上あり、以下負荷の増加に比例して低下していった。

### 3.2 COD除去およびVFA・メタン生成の速度

有機物負荷に対するCODとVFA生成速度、およびVFAからメ

タンへの転換速度の関係を図2に示した。COD除去速度は汙床が除去率100%の直線に近い曲線を示しているのに対し、包括法は負荷の増加に伴って低い除去速度を示している。このCOD除去速度(R)と負荷(Lv)の関係を両対数紙にプロットすると、図3に示すように $R = a L v^b$ で表される直線関係が得られ、表3に示す値が得られた。包括法において、負荷1.0以下ではわずかながらPVA系の方が高いCOD除去速度を示している。

一方、揮発酸の生成速度はいずれの系も同程度の傾きを持つ直線を示した。このことは酸生成活性は包括固定化により低下することはないことを意味しており、高負荷域でPVA系はわずかながら汙床より高い活性を示した。また、VFAからメタンへの転換速度は汙床に比べて包括系は極端に低く、VFAの蓄積が生じていることがわかる。

### 3.3 各系の成分別分解

図4に示したように、全系において炭水化物は94%以上除去されており、負荷及び系による違いはみられなかったが、蛋白質は包括法の方が汙床に比べ10%程度除去率が低かった。これは、蛋白質が比較的高分子であるために、ゲルへの透過抵抗が大きいためと考えられる。

### 3.4 相分離の効果

表4に単段系と二段系の処理結果を示した。前段に生物膜法を設けることにより、COD除去率は34%から87%まで向上し、単段系に比べてかなり良好な処理水質となっている。しかしながら、前段でかなりの有機物除去が行われており、当初のねらいであった相分離が達成された状態ではなかった。今後、前段のHRTをさらに短縮して二段から二相への移行を図り、二相処理の検討を継続することにしている。

## 4. おわりに

包括法の酸生成活性は高いが、メタン生成活性は有機物負荷により強く影響を受ける。負荷0.3~0.6(kgCOD/m<sup>3</sup>/day)以上になると著しくメタン生成が低下し、汙床に比べて処理効率はかなり悪くなる。今後、メタン生成の向上に対する検討をさらに行う必要があると考える。

1) 参考文献 田中, 中山, 用水と廃水, Vol. 31, No. 3, P. 34 (1989)

表2. 各系の処理結果

項目	処理系	P					V					A					C					R					I					床				
		7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6					
HRT	(hr)	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6					
COD容積負荷	(kg/m <sup>3</sup> ·day)	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4	8.2	6.3	6.6	1.2	2.4					
ガス生成	C <sub>H</sub> (ml/laf.)	54	49	18	11	17	18	16	7	3	51	110	74	86	78	81	110	74	86	78	81	110	74	86	78	81										
	C <sub>O</sub> (ml/laf.)	3	5	3	2	1	1	1	1	1	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
揮発酸蓄積	COD (mgCOD/l)	0	0	235	253	0	140	181	231	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
流出水水質	TOC (mg/l)	148	144	139	129	61	101	126	131	154	37	55	54	51	47	47	55	54	51	47	47	55	54	51	47	47										
	TSS (mg/l)	0	0	139	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	*SS (mg/l)	95	9	140	33	46	45	26	72	16	46	20	34	47	47	47	20	34	47	47	47	20	34	47	47	47										
	pH (av)	8.2	7.5	6.5	6.1	7.8	7.4	6.9	7.1	6.9	7.6	7.5	7.5	7.4	6.8	6.8	7.5	7.5	7.4	6.8	6.8	7.5	7.5	7.4	6.8	6.8										
	ORP (mv)	-110	-110	-210	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110											
	濃度 (cm)	0	0	8	7	14	7	8	9	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10										
COD除去率	(%)	63	77	75	59	24	20	35	43	39	33	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31										
TOC除去率	(%)	69	74	69	41	35	73	55	44	43	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37										
メタン転換率	対流入COD (%)	20	26	33	9	6	6	6	4	4	28	28	28	27	42	42	28	28	27	42	42	28	28	27	42	42										
	対除去COD (%)	34	35	39	27	24	9	27	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										

a. 孔径 1.0μmのガラスファイバー濾紙による分析  
b. 孔径 0.45μmのメンブランフィルターによる分析  
c. 濃度PTA濃度 28mgCOD/lを基準

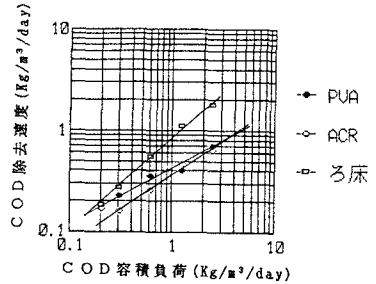


図3. COD容積負荷に対するCOD除去速度

表3. 容積負荷(Lv)とCOD除去速度(R)の関係

処理系	$R = a L v^b$	
	a	b
PVA	2. 21	0. 50
ACR	2. 42	0. 54
汚床	1. 12	0. 83

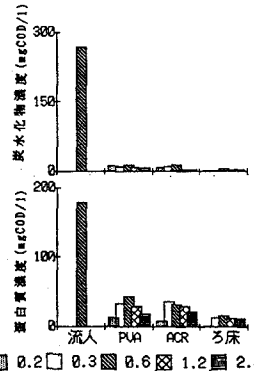


図4. 各系の成分別分解

表4. PVA包括法による単段と二段の処理結果

項目	処理系	単段系 (包括法)		二段系	
		4	8	4	8
HRT	(hr)	1.2	4	4	8
COD容積負荷	(kg/m <sup>3</sup> ·day)	1.2	1.2	1.2	1.2
ガス生成	C <sub>H</sub> (ml/laf.)	18	—	—	67
	C <sub>O</sub> (ml/laf.)	2	—	—	8
揮発酸蓄積	COD (mgCOD/l)	233	39	0	0
流出水水質	TOC (mg/l)	399	176	79	79
	TSS (mg/l)	155	76	49	49
	*SS (mg/l)	0	0	0	0
	*S (mg/l)	33	88	88	30
	pH (av)	4.5	6.9	7.2	7.2
	ORP (mv)	-210	-200	-100	-100
	濃度 (cm)	8	—	—	4
	炭水化物 (mgCOD/l)	18	—	—	8
	蛋白質 (mgCOD/l)	10	—	—	8
COD除去率	(%)	34	70	87	87
TOC除去率	(%)	41	41	44	78
メタン転換率	対流入COD (%)	9	—	—	31
	対除去COD (%)	27	—	—	34

a. 孔径 1.0μmのガラスファイバー濾紙による分析  
b. 孔径 0.45μmのメンブランフィルターによる分析